

УДК 693.54

В.И.ГОЛИНЬКО, В.И.РОМАНЕНКО, В.Е.ФРУНДИН, Р.К.СТАСЕВИЧ  
ОАО «Запорожский алюминиевый комбинат»

## **КОНТРОЛЬ СОДЕРЖАНИЯ КИСЛОРОДА И ГАЗОВ НЕДОЖИГА В ВЫБРОСАХ КОТЛОАГРЕГАТОВ**

Рассматриваются основные требования к устройствам контроля содержания кислорода и газов недожиг в выбросах котлоагрегатов. Приведены технические данные разработанных устройств.

Эффективность работы систем управления котлоагрегатов в значительной мере зависит от надежной работы качественных газоанализаторов содержания кислорода в дымовых газах, а также газов недожиг в выбросах.

Нашей целью является разработка требований к газоанализаторам содержания кислорода и газов недожиг в выбросах котлоагрегатов.

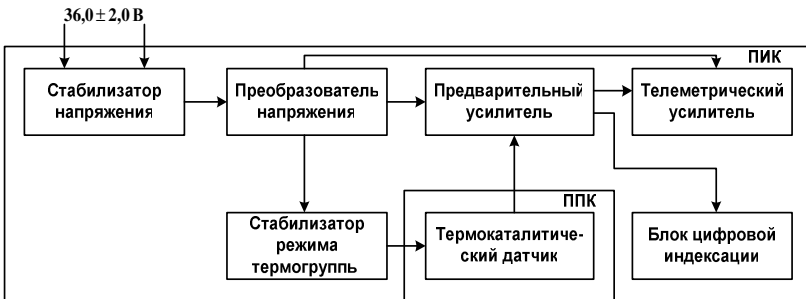
При создании газоанализаторов содержания кислорода в настоящее время применяются в основном термомагнитный и электрохимический методы. Термомагнитные газоанализаторы довольно сложны конструктивно, громоздки, имеют значительную погрешность от температуры и давления. Электрохимические газоанализаторы кислорода с твердыми литиевыми ячейками также имеют ряд серьезных недостатков, для устранения которых применяют сложные схемные и конструктивные решения, что значительно их удорожает. Следует также отметить большое энергопотребление этих газоанализаторов и влияние давления на результаты измерения [1].

Нами разработан и опробован принципиально новый газоанализатор ГТК-О<sub>2</sub> с термokatалитическим способом измерения содержания кислорода [2]. Он основан на измерении количества тепла, выделяющегося в результате окисления горючего компонента на поверхности катализатора. Газоанализатор ГТК-О<sub>2</sub> находит широкое применение для измерения содержания горючих газов (особенно для измерения метана в шахтной метанометрии).

В этом газоанализаторе содержание кислорода в воздухе определяется путем беспламенного сжигания паров горючего на поверхности платино-палладиевого катализатора при температуре около 200 °С и измерения выделяемого тепла. Реакция окисления паров горючего протекает при лимитирующем содержании кислорода в анализируемой смеси и избытке паров горючего. При этом тепло, выделяющееся на катализаторе, пропорционально объемной доле кислорода в смеси и преобразуется в электрический сигнал мостовой измерительной схемой. В качестве чувствительных элементов последней использована

термогруппа, состоящая из рабочего и сравнительного элементов. Рабочий элемент термогруппы пропитан платино-палладиевым катализатором и увеличивает свое сопротивление при сжигании на нем паров горючего. Сравнительный элемент термогруппы одинаковый по конструкции с рабочим, но не обладает каталитическими свойствами. В камере реакции поддерживается избыточное содержание паров горючего. При появлении кислорода за счет беспламенного окисления их на рабочем элементе его сопротивление увеличивается, что приводит к разбалансу мостовой измерительной схемы.

Структурная схема газоанализатора представлена на рисунке.



Структурная схема газоанализатора ГТК-О<sub>2</sub>

Исследования работоспособности и временной стабильности метрологических характеристик разработанного газоанализатора осуществляли в течение года в реальных условиях эксплуатации (контроль состава дымовых газов котлоагрегатов). Чувствительность датчика в течение всего времени исследований практически оставалась неизменной, а погрешность измерения содержания кислорода не превышала  $\pm 0,2$  об. %.

Для повышения эффективности работы котлоагрегатов, в которых одновременно в различных соотношениях сжигаются разнообразные виды газового топлива (природный газ, доменный газ, коксовый газ и др.), необходимо так управлять процессом сжигания топлива, чтобы не допускать избыточного выноса тепла и горючих компонент с дымовыми газами. В этом случае возникает необходимость автоматического контроля содержания газов недожиг в выбросах котлоагрегатов. Основными горючими компонентами газов недожиг при этом являются оксид углерода, метан, водород и др.

При разработке газоанализаторов для контроля содержания оксида углерода наиболее широко используются оптико-акустический и

электрохимические методы. Оптико-акустические газоанализаторы довольно сложные конструктивно и дорогие. Существующие электрохимические датчики имеют недостаточную надежность [1].

Контроль содержания метана в основном осуществляется терموкаталитическим методом, основанном на его беспламенном сжигании на поверхности катализатора. Термокаталитические метанометры отличаются простотой конструкции чувствительных элементов и схемных решений, экономностью, малыми габаритами, низкой стоимостью и простотой обслуживания. Кроме того, термокаталитические датчики позволяют одновременно контролировать все горючие компоненты в дымовых газах и получать их интегральную оценку.

Изменение теплопроводности и теплоемкости анализируемой смеси и неидентичность рабочего и сравнительного элементов терموкаталитического датчика, являющиеся причиной смещения нулевых показаний терموкаталитических газоанализаторов, не позволяют их использовать для контроля газов недожиг в выбросах котлоагрегатов.

Для устранения указанных недостатков терموкаталитических газоанализаторов и использования простого, широко апробированного и надежного метода газового анализа для контроля содержания газов недожиг в выбросах котлоагрегатов были выполнены исследования возможных методов повышения стабильности нулевых показаний терموкаталитических датчиков, а также возможности периодической простой автоматической проверки «нуля» газоанализатора. В результате были найдены эффективные способы стабилизации нулевых показаний, использование которых позволило более чем на порядок уменьшить смещение нулевых показаний от изменения газового состава и температуры и разработать терموкаталитический газоанализатор для измерения содержания газов недожиг в выбросах котлоагрегатов ГТК-СО.

Исследования работоспособности и временной стабильности метрологических характеристик газоанализатора газов недожиг, проводимые в течение года в реальных условиях эксплуатации, подтвердили высокую надежность и стабильность его метрологических характеристик.

Таким образом, разработан принципиально новый газоанализатор содержания кислорода в дымовых газах ГТК-О<sub>2</sub> на основе терموкаталитического способа измерения содержания кислорода.

Разработан также терموкаталитический газоанализатор для измерения содержания газов недожиг в выбросах котлоагрегатов ГТК-СО.

1.Безрук А.Ю. Использование аппаратов сухой фильтрации для очистки газовых выбросов системы водоотведения г.Харькова // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып. 36. – К.: Техніка, 2002. – С. 242-244.

2.А.с. 1500925 МКИ G01N25/22. Способ определения концентрации кислорода в газовой смеси / В.И.Голинько, М.Н. Дудник (СССР) №417119201-25. Заявлено 26.11.86. Опубл. 15.08.89. Бюл.№ 30 // Открытия. Изобретения. – 1989. – № 30.

Получено 23.09.2003

УДК 697.1

Л.Ф.ЧЕРНЫХ, канд. техн. наук

Украинский зональный научно-исследовательский и проектный институт  
по гражданскому строительству (КиевЗНИИЭП), г.Киев

## РАЗРАБОТКА ЧИСЛЕННОГО МЕТОДА РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОВОГО БАЛАНСА ВНУТРЕННЕГО ВОЗДУХА ПОМЕЩЕНИЯ С НАПОЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ КАБЕЛЬНОЙ СИСТЕМОЙ ОТОПЛЕНИЯ ТЕПЛОАККУМУЛЯЦИОННОГО ДЕЙСТВИЯ

Приведен численный метод решения уравнения теплового баланса внутреннего воздуха помещения, отапливаемого напольной электрической кабельной системой ночью, когда электрическая энергия дешевая. Днем помещение нагревается за счет аккумулированной теплоты полом и всем помещением.

Напольное электрическое отопление зданий в последние 10-15 лет получило широкое применение во всем мире, в том числе в Украине. Оно энергоэффективное, простое и удобное в эксплуатации, а комфорт, который им создается, намного выше, чем при традиционном радиаторном отоплении.

В [1] решена задача расчета теплового режима помещения с напольной электрической кабельной системой отопления теплоаккумуляционного действия (ЭКСО-ТА). Если топить ночью, когда электроэнергия дешевле дневной в 3-4 раза, то аккумулированная теплота полом и всем помещением служит для обогрева помещения днем, когда система отключена.

*Численный метод решения уравнения внутреннего воздуха*

Рассмотрим метод решения уравнения теплового баланса внутреннего воздуха помещения с такой системой отопления, полученного в работе [1]. Оно является интегро-дифференциальным уравнением вида

$$\frac{dt_{cp}(\tau)}{d\tau} = C_1(\tau)t_{cp}(\tau) + \int_0^{\tau} K(\tau - \omega) \cdot t_{cp}(\omega)d\omega + F_1(\tau) + F_2(\tau) \quad (1)$$

с разностным  $(\tau - \omega)$  ядром  $K(\tau - \omega)$  типа свертки